

УМОВИ СУМІСНОСТІ ТЕПЛОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ В 1D КВАЗІКРИСТАЛІЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Андрій Корнійчук, Ярослав Пастернак

Волинський національний університет імені Лесі Українки,
Korniichuk.Andrii@vnu.edu.ua, iaroslav.pasternak@vnu.edu.ua

На даний час квазікристалічні матеріали здобувають щораз більшого застосування в інноваційній техніці, особливо аерокосмічній. З огляду на відмінну від класичних матеріалів термомеханічну поведінку [1], їхнє математичне моделювання потребує використання дещо інших підходів.

Наприклад, відомо, що однорідний тепловий потік не зумовлює виникнення теплових напружень у суцільному анізотропному лінійно пружному середовищі. Справді, теплові деформації ε_{ij}^θ анізотропного термопружного матеріалу пов'язані з температурою θ у кожній точці середовища залежністю

$$\varepsilon_{ij}^\theta = \alpha_{ij}\theta, \quad (1)$$

де α_{ij} – коефіцієнти лінійного теплового розширення. При цьому лінійна залежність температури від координат

$$\theta = a_i x_i + a_0 \quad (2)$$

цілком задовольнятиме рівняння сумісності для деформацій (1), які містять часткові похідні другого порядку. Тут a_j ($j = 0, 1, \dots, 3$) – довільні дійсні сталі.

Натомість для квазікристалічних матеріалів поряд із фоновими (1) необхідно враховувати також і фазонні деформації. Зокрема, для 1D квазікристалів теплові фазонні деформації визначатимуться залежністю

$$w_{1,j}^\theta = \alpha'_{1,j}\theta, \quad w_2 = w_3 \equiv 0. \quad (3)$$

Умови сумісності для фазонних деформацій матимуть вигляд

$$w_{1,ji}^\theta = w_{1,ij}^\theta. \quad (4)$$

Підставивши (3) в (4) отримаємо умови сумісності теплових фазонних деформацій, виражені через температуру середовища

**Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2024»,
27–29 травня 2024 р., Львів**

$$\alpha'_{1j}\theta_{,i} = \alpha'_{1i}\theta_{,j}. \quad (5)$$

Застосувавши умову (5) до лінійного розподілу температур (2) отримаємо

$$\alpha'_{1j}a_i = \alpha'_{1i}a_j. \quad (6)$$

Тобто, умова (6) накладає обмеження навіть на лінійно змінюване поле температур, за якого фазонні теплові деформації будуть сумісними. Зокрема, рівняння (6) задовольняється тотожно, якщо

$$a_i = C\alpha'_{1i}, \quad (7)$$

де C – довільна дійсна стала.

Також відповідно до закону теплопровідності Фур'є розподілу температур (2) відповідає сталий тепловий потік

$$h = -k_{ij}\theta_{,j} = -k_{ij}a_j, \quad (8)$$

де k_{ij} – коефіцієнти теплопровідності.

Зважаючи на умову сумісності фазонних деформацій (7), однорідний тепловий потік, що не зумовлює виникнення теплових напружень, повинен бути колінеарний з вектором

$$h = -Ck_{ij}\alpha'_{1j}. \quad (9)$$

Подібна нехарактерна для термопружних анізотропних матеріалів поведінка спостерігається для піроелектричних тіл [2] і пов'язана із умовами сумісності для вектора напруженості електричного поля. Безперечно, ці ефекти необхідно обов'язково враховувати при розрахунку елементів конструкцій із відповідних матеріалів.

1. *Кушнір Р., Пастернак Я., Сулим Г.* Розширений формалізм Стро для розв'язування плоских задач теорії термопружності квазікристалічних середовищ // XXIII МНТК “Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта”. – Київ, 2023. <http://conf.mmi.kpi.ua/proc/article/view/277903>
2. *Pasternak Ia., Pasternak R., Sulym H.* Temperature field and heat flux that do not induce stress and electric displacement in a free thermoelectroelastic anisotropic solid // Mech. Res. Commun. – 2014. – 57. – P. 40–43.

THERMAL STRAIN COMPATIBILITY CONDITIONS IN 1D QUASICRYSTAL MEDIUM

Compatibility conditions are considered for phonon and phason strain in 1D quasicrystal. It is shown that there is a unique direction of a uniform heat flux, which does not induce thermal stresses in 1D quasicrystals.